

A MODO DE EDITORIAL

PROCESAMIENTO DIGITAL DE IMÁGENES Y VISIÓN POR COMPUTADORAS

Con los nombres **procesamiento digital de imágenes y visión por computadoras** se recoge la automatización e integración de un amplio rango de procesos y representaciones para el trabajo con imágenes.

El procesamiento digital de imágenes (PDI) transforma una imagen de entrada en otra con propiedades deseadas que será analizada e interpretada de manera más fácil por los seres humanos. Entre las transformaciones fundamentales que se realizan se encuentran: mejoramiento de contraste, eliminación o suavizado de ruidos, realce de contornos, compresión, restauración y reconstrucción 3-dimensional. Algunas herramientas difundidas para estas transformaciones son: modelos estadísticos, transformadas ortogonales y álgebra de imágenes.

Por su parte, el propósito de la visión es percibir el mundo para concebir una estrategia, realizar una acción y comprobar su ejecución. La visión por computadoras se ocupa de analizar imágenes y obtener una interpretación por la computadora que corresponda con lo observado: comprensión de una escena a partir de su imagen proyectada.

Las etapas fundamentales en que se ha dividido el desarrollo de los sistemas de visión por computadoras son: preprocesamiento, segmentación e interpretación.

Durante el preprocesamiento se extraen características primitivas: cambios de intensidad y orientación de elementos y bordes. Este facilita las etapas posteriores. Las tareas realizadas son similares a las transformaciones en PDI: suavizado de ruidos, realce de contornos, mejoramiento del contraste, restauración, etcétera.

La segmentación, basada en las preferencias de los seres humanos para agrupar u organizar conjuntos de formas en el campo visual estudiadas por el grupo Gestalt, es matemáticamente, hallar una partición del conjunto de píxeles que componen la imagen. Se extraen fronteras, regiones, orientación de superficies, texturas y movimiento. Se aprovechan variaciones de intensidad o color de las diferentes zonas de la imagen y se caracteriza la forma o apariencia de los objetos presentes en la escena.

La forma (posición relativa de todos los puntos que componen el borde o superficie externa) es la propiedad intrínseca de los objetos 3D primaria para los sistemas de visión. Las más comunes, naturales o artificiales, son complejas. Aún no está claro qué aspectos son importantes para su reconocimiento, ni existe un lenguaje preciso para ellas. La matemática tradicional no ha tenido que ver, en sí misma, con formas. Ningún esquema existente tiene capacidad para representarlas todas. Cada uno tiene ventajas y desventajas. Además, derivar la forma del movimiento, la textura, la estereopsis o el sombreado de los objetos conduce a problemas no correctamente planteados, cuya solución, abordada con la **teoría de regularización** desarrollada en la década del setenta, demanda potencia de cómputo que desborda las posibilidades convencionales de respuesta en tiempo breve por las computadoras personales actuales. Las representaciones bidimensionales empleadas con mayor frecuencia son las de regiones (internas) y las de fronteras (externas). De las tridimensionales: de superficies y volumétricas. Algunos descriptores de forma encontrados con frecuencia en la literatura especializada son: área, perímetro, centroide, otros momentos de orden superior (excentricidad, kurtosis, etc.) números de huecos, número de Euler, etcétera.

La interpretación trata con objetos y sus relaciones en dominios específicos del conocimiento para construir descripciones de la escena observada. En esta etapa se emplean comúnmente los métodos desarrollados por la inteligencia artificial y el reconocimiento de patrones. La inferencia lógica tiene buenas propiedades formales, aunque en ocasiones, parece restringida en su poder para duplicar el campo de procesamiento humano, por lo que la lógica borrosa (fuzzy) se presenta como alternativa para representar conocimientos con incertidumbre producto de datos incompletos y(o) ruido, como ocurre en los sistemas de visión. El aprendizaje es un problema muy difícil, poco hallado en la literatura. En la década del noventa se han desarrollado algoritmos genéticos que emulan el proceso evolutivo de selección natural: engendran un conjunto inicial de alternativas que producen generaciones de individuos debido al cruzamiento y la mutación. Sobreviven las mejores soluciones. Estos algoritmos se han usado fundamentalmente en segmentación, pero se hace necesaria gran potencia de cómputo para obtener generaciones con capacidad de respuesta adecuada a un problema. También se han desarrollado algoritmos que exploran enfoques no lineales, basados en morfología matemática, programación dinámica-temple simulado: *Simulated Annealing* y problemas de contorno abordados mediante ecuaciones diferenciales.

Los sistemas de visión requieren potencia de cómputo que los hace costosos, por lo que solo se justifican cuando las condiciones de riesgo a la vida, fatiga humana o calidad lo demandan. Actualmente en el mundo tienen venta productos para vigilancia y seguridad de locales, edificios, carreteras, bosques, etcétera, para inspeccionar calidad en productos y para robots.

El progreso científico-técnico en estos momentos ha contribuido a desarrollar y de igual forma depende de novedosas tecnologías: arquitectura de computadoras; microelectrónica, (tecnología de semiconductores de escala de integración

PO
NEMOS
C
N
T
E
C
N
I
A
Y
T
E
C
N
O
L
O
G
Í
A

muy alta -VLS- y de bloques -WSI-) inteligencia artificial y desarrollo de algoritmos. Los principales avances en los últimos veinte años han estado en las técnicas de soporte; procesadores más potentes y baratos; memorias cada vez mayores, más rápidas y baratas; e incremento en las capacidades de almacenamiento masivo que permiten guardar en soportes magnéticos u ópticos largas secuencias de imágenes. No obstante, la mayoría de las aplicaciones mantienen requisitos fuertes en cuanto a medios de procesamiento especializados y dedicados. El principal "cuello de botella" radica actualmente en el ancho de banda de la entrada/salida (capacidad del canal de transferencia de información por unidad de tiempo), que continúa siendo estrecho y limita la transferencia masiva de información del bus de datos de la computadora. Mientras que los especialistas en microelectrónica afirman que está llegando al límite la integración, los "arquitectos" de computadoras han acudido hace décadas al uso de varios procesadores que trabajan con parte de los datos y(o) con resultados intermedios de otros, intercambiando mensajes o compartiendo la memoria. Aunque el enfoque conexionista ha estado latente desde las primeras computadoras, la emulación de las redes de neuronas mediante dispositivos artificiales se presenta como otra alternativa favorecida por el desarrollo de los circuitos VLSI, ya que uno de estos, puede integrarse un gran grupo de neuronas, con las consiguientes ventajas de paralelismo, facilidad de interconexión y simplicidad lógica de funcionamiento que brindan perspectivas promisorias a los especialistas en imágenes. Se ha intentado revitalizar las computadoras híbridas, ya que operaciones como la transformada de Fourier, muy costosas en las digitales, se ejecutan a la velocidad de la luz por medios ópticos. Estas técnicas no se han difundido masivamente por el elevado costo y los requisitos de fabricación de las lentes necesarias. Desde finales de los años setenta se habla de cambiar la programación convencional basada en procedimientos, o sea: control de la ubicación de los datos e interacción de las instrucciones con ellos. Un enfoque donde lo más importante sea el significado de los datos y su aporte al resultado, pudiera ofrecer mayores potencialidades de cálculo. Así, el programa se ocuparía más de los aspectos simbólicos y declarativos que de los procedimientos particulares de solución.

Existe un auge mundial en las investigaciones sobre estos tópicos, reflejado por el creciente número de investigadores, congresos científicos internacionales y publicaciones, la obtención de novedosas patentes sobre métodos desarrollados y la aparición de numerosos productos comercializados que emplean estas herramientas. Cuba también experimenta un aumento en estos indicadores. Ya en julio de 1993 se realizó un Primer Taller Nacional, donde se intercambiaron experiencias sobre las diversas aplicaciones en desarrollo. En marzo de 1994 se constituyó el Grupo Nacional, que aglutina la colaboración en estas disciplinas, donde se unió un decidido conjunto de investigadores, algunos con ya más de diez años de experiencia sobre el tema, y que está integrado actualmente por más de 15 doctores en Ciencias -Técnicas, Matemáticas y Físicas-, cerca de 30 Especialistas -MSc.- y cientos de jóvenes talentos diseminados por todo el territorio nacional. Este grupo ha realizado varios encuentros, el último dentro del marco de TECBIOMED'97, y convoca al Encuentro Nacional sobre PDI aplicado a la biología y medicina en julio de 1998 en la Facultad de Biología de la Universidad de La Habana.

Algunas aplicaciones realizadas en Cuba han sido:

Medicina: Equipos de resonancia magnética y cámara gamma; programas para ecografía y angiografía por sustracción; y sistemas de almacenamiento y comunicación de imágenes (*Picture Archiving and Communications Systems* -PACS), donde se guardan estudios realizados por diversas modalidades imagenológicas, que pueden analizarse simultáneamente para obtener información completa anatómica y funcional en salas de diagnóstico, quirófanos y consultas, además de permitir el acceso remoto a renombrados especialistas.

Biología: Estudio de ácidos nucleicos, cromosomas, virus y bacterias; selección y crecimiento de plantas y animales; morfometría y morfología, biotecnología humana, pecuaria y forestal, etcétera.

Geología, Geografía y Geofísica: Identificación de yacimientos minerales, creación de mapas, estudio del impacto del desarrollo económico humano sobre el medio ambiente, etcétera.

Agricultura: Control y análisis del rendimiento de las plantaciones, desarrollo de cultivos, etcétera, recalándose la diversificación de las aplicaciones.

De manera general, el desafío tecnológico y científico que presentan estas ramas del saber humano a los investigadores en los albores del nuevo milenio es enorme, aunque puede afirmarse que ya existen computadoras capaces de abrir las puertas del futuro ante la simple aparición de nuestra imagen.

BIBLIOGRAFÍA

ARANDA ABOY, J. J.: "Retos Gnoseológicos y Tecnológicos del Procesamiento Digital de Imágenes y Visión por Computadoras en los albores del Nuevo milenio", del libro *Tecnología y Sociedad*, Colectivo de Autores, pp. 182-206, Ed. ISPJAE, 1997.